

PUB-NO: JP363312017A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63312017 A  
TITLE: POWER SOURCE FOR ELECTRIC DISCHARGE MACHINING

PUBN-DATE: December 20, 1988

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
NISHIKAWA, MORIHISA  
COUNTRY

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME  
MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
COUNTRY

APPL-NO: JP62144042  
APPL-DATE: June 11, 1987

INT-CL (IPC): B23H 1/02

ABSTRACT:

PURPOSE: To detect electric discharge accurately so as to assume a stable control by lessen impedance equivalently within an power source when a charging means is applied with no-load voltage, and charging quickly electric load caused by floating capacity between electrodes.

CONSTITUTION: In a non-combustible electric discharge machine, a capacitor 18 is installed in parallel with a resistor R0 applying no-load voltage, and the internal impedance of a direct current power source 1 is lowered by the capacitor 18 at the instant of applying no-load voltage so as to quickly charge electric load caused by floating capacity between electrodes 5 for raising voltage quickly. A power source for the electric discharge machine which can be stably controlled can be obtained by making use of discharge detection timing, because this constitution thereby enables discharge to be accurately detected.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-312017

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)12月20日

B 23 H 1/02

B-7908-3C  
C-7908-3C

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 放電加工用電源

⑮ 特 願 昭62-144042

⑯ 出 願 昭62(1987)6月11日

⑰ 発 明 者 西 川 守 久 愛知県名古屋市中区矢田南5丁目1番14号 三菱電機株式会社名古屋製作所内

⑱ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑲ 代 理 人 弁理士 佐々木 宗治 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

放電加工用電源

## 2. 特許請求の範囲

(1) 電極と被加工物とを導電性加工液を介して対向配置して極間を形成し、該電極と該被加工物との間に生じる放電を検出し、該検出した放電に基づいて所定周波数のパルス電圧を該極間に印加して、該被加工物を放電加工する放電加工用電源において、前記極間の浮遊容量による電荷を急速充電する充電手段を備えたことを特徴とする放電加工用電源。

(2) 放電は、前記極間に前記パルス電圧を印加した後、所定の放電検出禁止時間経過後に、所定の放電検出電圧以上になったことを検出することより検出される特許請求の範囲第1項記載の放電加工用電源。

(3) 充電手段は、前記極間に流れる電流を制御する電流制限抵抗に並列に取り付けた所定容量のコンデンサである特許請求の範囲第1項記載の放

電加工用電源。

(4) コンデンサは、前記極間の浮遊容量に対応して容量を変化し得る可変容量コンデンサである特許請求の範囲第3項記載の放電加工用電源。

(5) 充電手段は、無負荷電圧を印加するときに、前記極間に電圧を印加する電源の内部抵抗値を小さくする可変抵抗手段である特許請求の範囲第1項記載の放電加工用電源。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は導電性加工液を加工液として用いた放電加工用電源に関する。

## 〔従来の技術〕

第3図は油性加工液を使用する従来の放電加工機(以下、油性放電加工機という)のブロック図である。第3図において、(1)は出力電圧E(V)の直流電源、(2)はスイッチング素子、(3)は共振器、(4)は加工電流を制御する抵抗値 $R_0$ Ωの電源内部抵抗器、(5)は電極と被加工物で形成される極間、(6)は電源内部抵抗器(4)の両端に放

電流が流れることにより生ずる電圧下降を検出することにより極間(5)に放電が生じたことを検出し、放電検出信号を出力する放電検出回路、(7)は放電検出信号を受信して、放電電流パルス幅設定器(8)が設定したオン・タイム・オンをカウントし、発振器(3)にパルス幅 $T_{ON}$ の放電電流パルスを出力させる電流パルス幅カウント回路である。

次に、第5図は極間電圧及び放電電流の波形図である。放電加工は極間(5)に電圧を印加しても放電を生じない無負荷時間 $T_H$ 、放電を開始して放電加工する放電時間 $T_{ON}$ 及び放電を停止する休止時間 $T_{OFF}$ を一周期として繰り返し行なうものである。無負荷電圧 $V_g$ の立上りに遅れが生じるが、これは極間(5)に容量 $C_g$ の浮遊コンデンサがあるからである。浮遊コンデンサの容量 $C_g$ 及び時定数 $T_{rv}$ は、

$$C_g = \epsilon_s \times \epsilon_0 \times \frac{S}{l} \quad (1)$$

インダクタンス $L$ があるため、時定数 $T_{rA}$ は、

$$T_{rA} = \frac{L}{R_0} \quad (5)$$

となる。

放電を開始すると、無負荷電圧 $V_g$ は第5式に示した時定数で下降し、20～30Vの放電アーク電圧 $V_{arc}$ に移行する。

無負荷時間 $T_H$ 経過後に放電を開始すると、放電検出回路(8)が検出遅れ時間 $T_D$ 後に放電が生じたことを検出し、放電検出信号を出力すると、電流パルス幅カウント回路(7)、放電電流パルス幅設定器(8)及び発振器(3)によって、放電時間 $T_{ON}$ 及び休止時間 $T_{OFF}$ の電流パルスを作る。従って、電流パルス幅 $T_p$ を放電時間 $T_{ON}$ に対応させて、変動が生じないようにするためには、検出遅れ時間 $T_D$ を小さくし、一定にすることが重要であることが分かる。

さらに、無負荷時間 $T_H$ は極間(5)の放電状態を表わすパラメータとして休止時間制御及び電極

(ただし、 $\epsilon_s$ は加工液の比誘電率、 $\epsilon_0$ は真空の誘電率、 $S$ は電極対向面積、 $l$ は極間(5)の距離)

$$T_{rv} = C_g \times R_0 \quad (2)$$

である。この場合、極間抵抗 $R_g$ 及び無負荷電圧 $V_g$ は、

$$R_g = \rho \times \frac{l}{S} \quad (3)$$

(ただし、 $\rho$ は加工液の比抵抗)

$$V_g = \frac{R_g}{R_0 + R_g} \times E \approx E \quad (4)$$

となる。油性放電加工機は加工液として比抵抗値 $\rho$ が $10^{11} \sim 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 程度の鉱油、ケロシン等の絶縁液を用いるので、極間抵抗 $R_g$ は電源内部抵抗器(4)の抵抗値 $R_0$ に比べて非常に大きく、

$$V_g \approx E \text{ (V)} \quad (4)'$$

となるのである。

又、放電電流の立上りに遅れが生じるのは配線

サーボ制御等に使用される。従って、無負荷時間 $T_H$ が正確であることが必要であるが、検出遅れ時間 $T_D$ が無視できない程長いと、

$$T_H = T_H + T_D$$

というように不正確な時間になってしまう。

上述したように、放電の検出は電流パルス幅を一定にして均一な面粗度を得るため及び極間(5)の状態を正確に把握して安定した加工状態に制御するため等に非常に重要なことであるので、誤検出がなく、時間遅れが無いことが望まれる。

近年、放電加工機を無人化運転するという観点から、火災の心配の無い不燃性加工液として水又は水に有機化合物を混合した導電性加工液の使用が実用化され始めている。第6図はこの不燃性加工液を使用した放電加工機(以下、不燃性放電加工機という)のブロック図である。なお、第6図において第4図と同様の機能を果たす部分については、同一符号を付し、その説明は省略する。

不燃性放電加工機は極間抵抗(9)の抵抗値 $R_g$ の比抵抗値 $\rho$ がイオン交換樹脂等によって一定値、

例えば  $\rho = 1 \times 10^4 \sim 10 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$  程度となるように制御される。この極間抵抗(9)の抵抗値  $R_g$  により、無負荷電圧  $V_g$  の定常値は、

$$V_g = \frac{R_g}{R_0 + R_g} \times E \quad (8)$$

となる。極間に放電を生じさせるために、不燃性放電加工機における無負荷電圧  $V_g$  は50~80V以上となるようにする必要がある。このため、電源内部抵抗(4)の抵抗値  $R_0$  又は直流電源(1)の電圧値  $E$  を制御する。

又、不燃性放電加工機は第7図に示すように無負荷時間  $T_H$  に無効電流  $I_{E1}$  が、放電検出時間  $T_D$  及び放電時間  $T_{ON}$  に無効電流  $I_{E2}$  がそれぞれ流れる。無効電流  $I_{E1}$  及び  $I_{E2}$  は、

$$I_{E1} = \frac{V_g}{R_g} = \frac{E}{R_0 + R_g} \quad (7)$$

この浮遊コンデンサによって無負荷電圧  $V_g$  の立上りが遅れる。浮遊コンデンサの時定数  $T_{rv}$  は、

$$T_{rv} = \frac{R_g \times R_0}{R_g + R_0} \times C_g = \frac{C_g}{\frac{1}{R_g} + \frac{1}{R_0}} \quad (11)$$

となる、第11式に第1式及び第3式を代入して、

$$T_{rv} = \frac{\frac{\epsilon_r \times \epsilon_0 \times S}{\rho l} + \frac{1}{R_0}}{\frac{1}{\rho} + \frac{1}{R_0} \times \frac{l}{S}} \quad (11')$$

$$I_{E2} = \frac{V_{arc}}{R_g} \quad (8)$$

となる。従って、放電加工中に極間(5)に流れるトータル電流  $I_0$ 、トータル電流  $I_0$  から無効電流  $I_{E2}$  を減じた有効放電電流  $I_D$  は、

$$I_0 = \frac{E - V_{arc}}{R_0} \quad (9)$$

$$I_D = I_0 - I_{E2} = \frac{E - V_{arc}}{R_0} - \frac{V_{arc}}{R_g} \quad (10)$$

となる。このように、不燃性放電加工機は不燃性加工液が導電性であるために、極間抵抗(9)の抵抗値  $R_g$  が無視できない値となり、無負荷電圧  $V_g$  の大きさを左右し、無効電流  $I_{E1}$  及び  $I_{E2}$  が生じさせる等加工性能に影響を及ぼす。

又、不燃性放電加工機も油性放電加工機と同様に極間(5)に容量  $C_g$  の浮遊コンデンサが存在し、

となる。不燃性加工液の比誘電率  $\epsilon_g$  は約80(水の比誘電率  $\epsilon_g = 80$ )で、油性加工液(灯油の比誘電率  $\epsilon_r = 2 \sim 3$ )に比べて非常に大きい、従って、第1式に示した浮遊コンデンサ(10)の容量  $C_g$  は油性加工液の浮遊コンデンサ(10)の容量  $C_g$  に比べて無視できないものになり、油性放電加工機に比較して無負荷電圧  $V_g$  の立上りがより遅れ、その変動もより大きいものになる。このように、不燃性放電加工機は油性放電加工機と異なり、極間抵抗(9)の抵抗値  $R_g$  及び浮遊コンデンサ(10)の容量  $C_g$  が加工性能に大きく影響する。

第1式及び第3式から分かるように、抵抗値  $R_g$  及び容量  $C_g$  は電極対向面積  $S$  又は極間距離  $l$  の変動により変動し、油性放電加工機に比較して加工性能に対する影響が大きい。電極対向面積  $S$ 、極間距離  $l$  が変動する原因としては、(a)加工の進行にともなう電極と被加工物の対向面積  $S$  の変化(例えば側面面積の増加)、(b)電極サーボ制御、揺動運動、制御による極間距離  $l$  の変化、(c)加工の進行にともなう極間生成物(例えば、

水素ガス、メタンガス、スラッジ)による見かけ上の対向面積 $S$ 、極間距離 $l$ の変化等がある。

〔発明が解決しようとする問題点〕

ところで、従来の不燃性放電加工機は放電を検出する場合、無効電流 $I_{E1}$ (第7式参照)が無負荷時間 $T_H$ に流れるので、油性放電加工機の放電検出回路(8)によって電流を検出する方式では誤検出する(第4図参照)。そこで、不燃性放電加工機においては一般に電圧検出方式により放電の検出を行っていた。

第7図は不燃性放電加工機の放電検出方法を示す図である。この放電検出方法は第7図に示すように、放電検出基準電圧 $V_{DS}$ (以下、基準電圧 $V_{DS}$ という)及び放電検出禁止時間 $T_K$ を設定し、無負荷電圧を印加した後放電検出禁止時間 $T_K$ 経過後に、極間電圧が基準電圧 $V_{DS}$ より小さくなった時点で放電したものと判定するものである。この方式は放電検出禁止時間 $T_K$ を大きな値に設定すると、無負荷電圧の印加後、瞬時に放電が生じた場合、放電検出の時間遅れがその分大きくなる

という問題があった。

又、放電検出禁止時間 $T_K$ を小さな値に設定すると、実際には放電が生じていなくても上述した理由による極間(5)の変動のために、時定数 $T_{rv}$ (第11式及び第11'式参照)が増加し、無負荷電圧 $V_g$ の立上りが遅れ、放電検出禁止時間 $T_K$ 中に放電が生じたものと誤検出してしまうという問題があった。

本発明は上記問題点を解決するためになされたもので、導電性加工液を用いた不燃性放電加工機において、加工液の比抵抗 $\rho$ 、電極対向面積 $S$ 及び極間距離 $l$ が変動しても、放電検出を誤らず、検出時間の遅れ時間 $T_D$ が小さい放電加工用電源を提供することを目的とする。

〔問題点を解決するための手段〕

そこで、本発明では、電極と被加工物とを導電性加工液を介して対向配置して極間を形成し、電極と該被加工物との間に生じる放電を検出し、検出した放電に基づいて所定周波数のパルス電圧を極間に印加して、被加工物を放電加工する場合に、

極間の浮遊容量による電荷を急速充電する充電手段を備えた放電加工用電源を構成する。

〔作用〕

上記構成の放電加工用電源は、充電手段が無負荷電圧印加時に等価的に電源内部のインピーダンスを小さくし、極間の浮遊容量による電荷を急速充電する。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を添付図面を参照して詳細に説明する。

第1図は本発明に係る放電加工用電源のブロック図である。なお、第1図において、第6図と同様の機能を果たす部分については、同一の符号を付し、その説明は省略する。第1図において、(18)はコンデンサである。

従来の不燃性放電加工機においては無負荷電圧を印加する場合、極間抵抗検出回路(図示せず)等からの信号により、第6式に示した無負荷電圧値 $V_g$ により放電を生じるように、直流電源(1)の内部抵抗(4)の抵抗値 $R_0$ を制御したり、電源

電圧(1)の電圧値 $E$ を制御していた。しかし、従来の不燃性放電加工機は第2図(a)に示すように無負荷電圧 $V_g$ の電圧波形の立上りが遅れ、放電検出禁止時間経過 $T_K$ 後における放電検出を誤ってしまう。

これに対して、本発明に係る不燃性放電加工機は無負荷電圧を印加する抵抗器 $R_0$ に並列に取り付けられたコンデンサ(18)が、無負荷電圧 $V_g$ を印加した瞬間に直流電源(1)内部のインピーダンスを下げ、極間(5)の浮遊容量による電荷を急速充電し、第2図(b)に示すように瞬時に第12式に示した値まで上昇させた後(放電検出禁止時間 $T_K$ 内)、第6式に示した値に集束させるので誤って放電検出をしない。

このコンデンサ(18)の容量 $C_R$ は極間(5)の浮遊容量を $C_g$ とすると、

$$C_R = 10 \times C_g$$

程度にする。この場合、電源電圧 $V_g$ を印加した瞬間に極間(5)に生じる無負荷電圧 $V_g$ は、

$$V_g = \frac{C_R}{C_g + C_R} \times E \quad (12)$$

$$\approx 0.9 \times E$$

(12)

となり充分な電圧立上りとなる。

なお、本実施例では一つのコンデンサ(18)を設けたが、複数のコンデンサを取り付けて極間の浮遊容量値に応じてこれらを切り換えられるようにしたり、可変容量コンデンサを取り付けて、極間の浮遊容量値に応じて第12式に示した無負荷電圧 $V_g$ となるように制御するようにしてもよい。

次に、第3図は本発明に係る放電加工用電源の他の実施例を示すブロック図である。なお、第3図において、第1図と同様の機能を果たす部分については同一の符号を付し、その説明は省略する。又、第3図において、(15)は極間(5)の浮遊容量検出手段(図示せず)からの浮遊容量検出信号、又は作業者が電極面積、加工液の比抵抗値若しくは加工条件等により入力設定する情報に基づいて、内部総合抵抗値を低抵抗値にし、極間(5)の浮遊容量による電荷を急速充電する変更制御回路、(16)は変更制御回路(15)からの信号により開閉するトランジスタ等のスイッチング素子、(17)は抵

抗器である。

本発明に係る放電加工用電源は変更制御回路(15)が浮遊容量検出信号により、極間(5)の浮遊容量を放電検出禁止時間内に急速電流するのに必要な急速電流用内部抵抗(15)の値及び開閉素子(16)の開時間を決定し、急速電流用スイッチング素子(16)を開閉する。

この場合、急速電流に使用する電流を例えば $2^0(-1)A$ 、 $2^1(-2)A$ 、 $2^2(-4)A$ …というように、バイナリ構成となるように、複数の抵抗器(17)とそれらの抵抗器(17)に直列に接続したトランジスタ回路(16)で構成し、極め細かい制御を可能にする。

本発明に係る放電加工用電源は無負荷電圧印加時に極短時間の一定時間、電源の内部総合抵抗値を低抵抗値に変更し、浮遊容量の急速充電電流を流し、無負荷電圧の立上りを早めて(放電検出禁止時間 $T_k$ 内)、放電検出を誤らないようにしている(第2図(b)参照)。

又、本実施例では内部抵抗(4)の内部抵抗値

$R_0$ とは独立した形で本発明の方法を構成したが、内部抵抗値 $R_0$ も含めて全体的にまとめた形で電源の内部総合抵抗値変更制御の一部分として動作させてもよい。

#### 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、充電手段により極間の浮遊容量による電荷を急速充電することにより、無負荷電圧が急速に立上り、正確に放電検出できるので、放電検出タイミングを利用して正確に安定制御可能な放電加工用電源が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

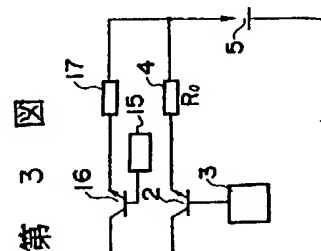
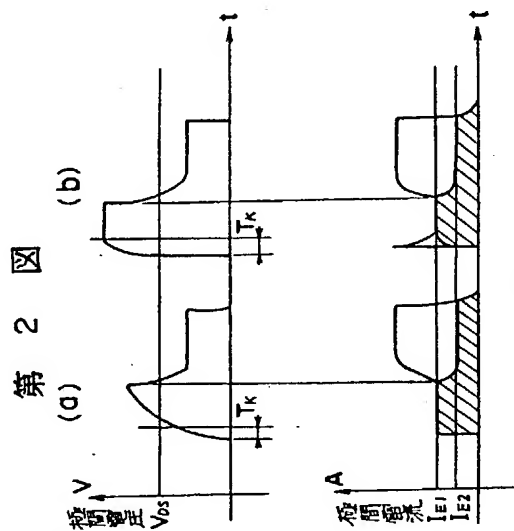
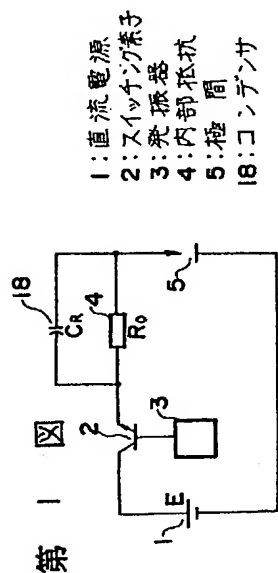
第1図は本発明に係る放電加工用電源のブロック図、第2図は第1図に示した放電加工用電源の動作説明図、第3図は本発明に係る放電加工用電源の他の実施例を示すブロック図、第4図は油性放電加工機のブロック図、第5図は第4図に示した油性放電加工機の電圧及び電流波形図、第6図は従来の不燃性放電加工機のブロック図、第7図は第6図に示した油性放電加工機の電圧及び電流

波形図である。

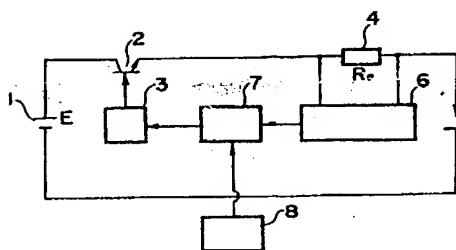
各図中、1は直流電源、2はスイッチング素子、3は発振器、4は内部抵抗、5は極間、9は極間抵抗、18はコンデンサである。

なお、各図中同一符号は同一又は相当分を示すものである。

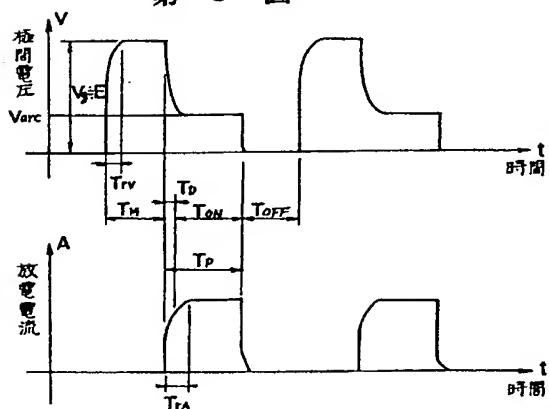
代理人 弁理士 佐々木 宗治



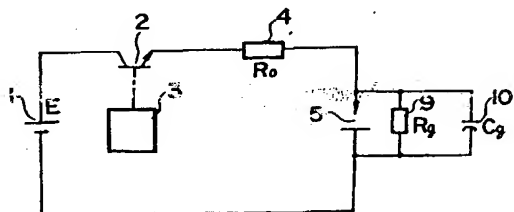
第4図



第5図



第6図



第7図

